

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Кафедра «Приборостроение»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б1.В.ДВ1.1. Физика взаимодействия лазерного излучения с веществом»
(Лазерная физика)

форма обучения – очная
курс – 3
семестр – 5
зачетных единиц – 3
часов в неделю – 2
всего часов – 108,
в том числе:
лекции – 18
коллоквиумы – нет
практические занятия – 18
лабораторные занятия – нет
самостоятельная работа – 72
экзамен – 5 семестр
зачет – нет
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

Саратов, 2015

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

формирование у аспирантов представлений о

- различных типах лазеров и принципах их работы,
- процессах взаимодействия лазерного излучения в веществом;

- явлениях, изменяющих оптические свойства материалов в процессе лазерного воздействия.

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует следующие компетенции:

- **ОПК-1:** способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
 - **ПК-1:** готовность к проведению теоретических и экспериментальных исследований физических явлений и процессов с использованием современных математических и физических методов, в том числе в междисциплинарных областях;
 - **ПК-5:** способность к нахождению взаимосвязей между характеристиками физических явлений и процессов, используемыми в рамках различных подходов.
- Задачи изучения дисциплины:
- изучение основных типов лазеров и принципов их работы;
 - освоение фундаментальных закономерностей, связанных со свойствами лазерного излучения и процессами взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Б1.В.ДВ1.1. Физика взаимодействия лазерного излучения с веществом» входит в блок дисциплин по выбору и в соответствии с учебным планом направленности подготовки аспирантов 01.04.21 «Лазерная физика» изучается на третьем курсе (в пятом семестре обучения). Для успешного усвоения этой дисциплины аспирант должен обладать базовыми знаниями по дисциплинам Б.1.1.6 «Физика», Б.1.2.8 «Математическое моделирование динамических систем», Б.1.1.5 «Математика», Б.1.2.6 – «Теоретическая механика». Приобретаемые в ходе обучения по дисциплине «Б1.В.ДВ1.1. Физика взаимодействия лазерного излучения с веществом» знания, умения и компетенции могут быть использованы при прохождении практик, выполнении научно-исследовательской работы и подготовке выпускной квалификационной работы в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа аспирантуры.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 (способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий)

Студент должен знать: различные типы лазерных систем и принципы их работы.

Студент должен уметь: определять характер взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Студент должен владеть: навыками использования современных эффективных технических средств для исследования взаимодействия лазерного излучения с веществом.

ПК-1 (готовность к проведению теоретических и экспериментальных исследований физических явлений и процессов с использованием современных математических и физических методов, в том числе в междисциплинарных областях)

Студент должен знать: теоретические основы экспериментального изучения характера воздействия электромагнитного излучения на вещество.

Студент должен уметь: осуществлять измерения основных характеристик взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.

Студент должен владеть: навыками организации экспериментальных исследований взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.

ПК-5 (способность к нахождению взаимосвязей между характеристиками физических явлений и процессов, используемыми в рамках различных подходов)

Студент должен знать: основные характеристики процессов, протекающих при взаимодействии лазерного излучения с веществом.

Студент должен уметь: применять компьютерные средства обработки экспериментальных данных для изучения взаимосвязи между характеристиками процессов взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.

Студент должен владеть: навыками построения эффективных математических моделей для изучения характеристик взаимодействия лазерного излучения с веществом.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Нед-е-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Колл-ок-виумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
5 семестр									
1	1-6	1	Базовые принципы лазерной физики. Метод лучевых матриц и расчет оптических систем. Расчет лазерных резонаторов, матрицы Джонса. Уравнения лазерной генерации. Типы лазеров.	36	6(6)			6	24
1	7-12	2	Основные положения классической электродинамики. Оптические характеристики проводящих сред. Оптические постоянные вещества и его характеристики. Дисперсионные соотношения.	36	6(6)			6	24
1	13-18	3	Поглощение лазерного излучения металлами и полупроводниками. Влияние интенсивности излучения на оптические свойства вещества. Элементы нелинейной оптики.	36	6(6)			6	24
Всего				108	18	0	0	18	72

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Метод лучевых матриц и расчет лазерных резонаторов, матрицы Джонса.	[1,2]
1	2	2	Уравнения лазерной генерации. Уравнения для матрицы плотности. Их решение.	[1,2]
1	2	3	Газовые лазеры. Лазеры на красителях. Лазеры на парах металлов. Твердотельные лазеры. Полупроводниковые лазеры.	[1,2,3]
2	2	4	Основные положения классической электродинамики. Оптические характеристики проводящих сред.	[1,2,4]
2	2	5	Оптические постоянные вещества. Временная дисперсия и частота излучения.	[1,3,5]
2	2	6	Пространственная дисперсия. Дисперсионные соотношения.	[1,2,6]
3	2	7	Основные уравнения оптики металлов	[1,3]
3	2	8	Оптические процессы в поглощающих полупроводниках	[1,2]
3	2	9	Основные эффекты нелинейной оптики. Нелинейный осциллятор. Метод возмущений.	[1,2]

6. Содержание коллоквиумов

коллоквиумы отсутствуют

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, отрабатываемые на практических занятиях	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	6	Базовые принципы лазерной физики. Основные типы лазеров и их конструктивные особенности. Методы решения уравнений для матрицы плотности.	[1,2]
2	6	Решение уравнений Максвелла для непоглощающего диэлектрика. Изучение зависимости оптических свойств среды от характеристик воздействующего излучения.	[1,2]
3	6	Оптические свойства металлов и полупроводников. Внутризонное поглощение. Материальное уравнение нелинейной среды.	[1,3]

8. Перечень лабораторных работ

лабораторные работы отсутствуют

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	24	Методы решения уравнений для матрицы плотности. Методы расчета основных характеристик оптически-активной среды: коэффициента усиления, интенсивности насыщения и характерного времени релаксации верхнего лазерного уровня. Методы численного моделирования лазеров.	[1,2]
2	24	Изучение зависимости оптических свойств среды от характеристик воздействующего излучения. Дисперсионные соотношения.	[1,2,4]
3	24	Скин-эффект. Кинетика фотовозбуждения полупроводников лазерным излучением. Самовоздействие света в нелинейной среде. Самофокусировка.	[1,2]

10. Расчетно-графическая работа

нет

11. Курсовая работа

нет

12. Курсовой проект

нет

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует следующие компетенции:

- ОПК-1: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- ПК-1: готовность к проведению теоретических и экспериментальных исследований физических явлений и процессов с использованием современных математических и физических методов, в том числе в междисциплинарных областях;
- ПК-5: способность к нахождению взаимосвязей между характеристиками физических явлений и процессов, используемыми в рамках различных подходов.

Этапы формирования компетенций и процедуры оценивания:

Части компетенции	Этапы формирования	Вид проверки сформированности	Оценочное средство
ОПК-1 (Знания) ПК-1 (Знания) ПК-5 (Знания)	Прослушивание и конспектирование лекций. Подготовка к практическим работам. Подготовка к экзамену.	Теоретический отчёт по практическим заданиям и задания на СРС. Экзаменационное собеседование.	Задания для практических занятий. Задачи для СРС. Вопросы для экзаменационного собеседования.
ОПК-1 (Умения) ПК-1 (Умения) ПК-5 (Умения)	Выполнение заданий на практических занятиях и самостоятельное решение поставленных задач. Подготовка к экзаменационному собеседованию.	Проверка практических и самостоятельных заданий. Экзаменационное собеседование.	Задания для практических занятий. Задания для СРС. Вопросы для экзаменационного собеседования.
ОПК-1 (Навыки) ПК-1 (Навыки) ПК-5 (Навыки)	Оформление результатов выполнения практического задания.	Представление преподавателю подготовленного итогового отчёта по практической работе.	Вопросы по выполнению практической работы. Вопросы для экзаменационного собеседования.

Критерии оценивания сформированности компетенций

ОПК-1

Ступени уровней освоения компетенции	Показатели и критерии оценивания
Пороговый (удовлетворительно)	Знает некоторые типы лазерных систем и принципы их работы.
	Умеет с небольшими ошибками определять характер взаимодействия лазерного излучения с веществом.
	Владеет навыками использования некоторых технических средств для исследования взаимодействия лазерного излучения с веществом.
Продвинутый (хорошо)	Знает основные типы лазерных систем и принципы их работы.
	Умеет определять в большинстве случаев характер взаимодействия лазерного излучения с веществом.
	Владеет навыками использования многих технических средств для исследования взаимодействия лазерного излучения с веществом.
Высокий (отлично)	Знает большинство лазерных систем и принципы их работы.
	Умеет точно определять характер взаимодействия лазерного излучения с веществом.
	Владеет навыками использования современных эффективных технических средств для исследования взаимодействия лазерного излучения с веществом.

ПК-1

Ступени уровней освоения компетенции	Показатели и критерии оценивания
Пороговый (удовлетворительно)	Знает только основные методы экспериментального изучения характера воздействия электромагнитного излучения на вещество
	Умеет применять только основные методики измерения характеристик взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.
	Владеет навыком организации простых экспериментальных исследований взаимодействия электромагнитного излучения с веществом
Продвинутый (хорошо)	Знает с незначительными пробелами теоретические основы экспериментального изучения характера воздействия электромагнитного излучения на вещество
	Умеет применять с незначительными ошибками методы измерения основных характеристик взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.
	Владеет навыками практической организации многих экспериментальных исследований электромагнитного излучения с веществом.
Высокий (отлично)	Знает теоретические основы экспериментального изучения характера воздействия электромагнитного излучения на вещество

	Умеет правильно осуществлять измерения основных характеристик взаимодействия электромагнитного излучения с веществом
	Владеет навыками организации экспериментальных исследований взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.

ПК-5

Ступени уровней освоения компетенции	Показатели и критерии оценивания
Пороговый (удовлетворительно)	Знает характеристики простейших процессов, протекающих при взаимодействии лазерного излучения с веществом.
	Умеет применять самые простые компьютерные средства обработки экспериментальных данных для изучения взаимосвязи между характеристиками процессов взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.
	Владеет навыками построения некоторых математических моделей для изучения характеристик взаимодействия лазерного излучения с веществом.
Продвинутый (хорошо)	Знает с незначительными пробелами характеристики основных процессов, протекающих при взаимодействии лазерного излучения с веществом.
	Умеет применять многие компьютерные средства обработки экспериментальных данных для изучения взаимосвязи между характеристиками процессов взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.
	Владеет с незначительным числом пробелов навыками построения математических моделей для изучения характеристик взаимодействия лазерного излучения с веществом.
Высокий (отлично)	Знает и хорошо понимает основные характеристики процессов, протекающих при взаимодействии лазерного излучения с веществом.
	Умеет применять компьютерные средства обработки экспериментальных данных для изучения взаимосвязи между характеристиками процессов взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.
	Владеет навыками построения эффективных математических моделей для изучения характеристик взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Вопросы для экзамена

1. Уравнения Максвелла.
2. Уравнения Максвелла для непоглощающего диэлектрика.
3. Свойства электромагнитных волн.
4. Давление света.
5. Закон Снеллиуса.
6. Оптические характеристики проводящих сред.
7. Временная дисперсия.
8. Пространственная дисперсия.
9. Дисперсионные соотношения.
10. Основные эффекты нелинейной оптики.
11. Метод возмущений.
12. Поглощение и испускание света. Моды резонатора.
13. Спектры поглощения и испускания.
14. Вероятности переходов.
15. Основные элементы лазеров.
16. Открытые оптические резонаторы.
17. Конфокальные резонаторы.
18. Сферические резонаторы.
19. Кольцевые резонаторы.
20. Газовые лазеры.
21. Полупроводниковые диодные лазеры.
22. Твердотельные лазеры.
23. Лазеры на центрах окраски.
24. Лазеры на красителях.
25. Эксимерные лазеры.
26. Лазеры на свободных электронах.
27. Матрица плотности. Методы ее решения.
28. Метод лучевых матриц при расчете оптических систем.
29. Матрицы Джонса и расчет лазерных резонаторов.

30. Уравнения лазерной генерации.
31. Основные уравнения оптики металлов.
32. Скин-эффект.
33. Оптические явления в поглощающих полупроводниках.
34. Особенности собственного поглощения.
35. Внутризонное поглощение.
36. Кинетика фотовозбуждения.
37. Нелинейный осциллятор.
38. Самовоздействие света в нелинейной среде.
39. Самофокусировка.
40. Явление самоиндуцируемой прозрачности.

14. Образовательные технологии

Лекции читаются в форме мультимедийных презентаций. Для контроля степени усвоения материала используются домашние задания. Практические занятия по курсу осуществляются в интерактивной форме. Перед выполнением каждой из запланированных работ аспиранты проходят собеседование с преподавателем, в ходе которого обсуждаются теоретические основы работы, ход её выполнения и порядок оформления результатов. На практических занятиях студенты представляют выполненные ими задания СРС, причём с каждым из них преподаватель общается индивидуально с целью выявления глубины освоения материала.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине (позиции раздела нумеруются сквозной нумерацией и на них осуществляются ссылки из 5-13 разделов)

Обязательные издания.

1. Вейко, В. П. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Силовая оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Вейко В. П. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 311 с. - ISBN 978-5-9221-0934-5 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24678>
2. Делоне, Н. Б. Атом в сильном поле лазерного излучения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Делоне Н. Б. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 63 с. - ISBN 5-9221-0249-0- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17181>
Дополнительные издания.
3. Вихров, С. П. Взаимодействие полей и излучений с биологическими объектами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Вихров С. П. - Саратов : Вузовское образование, 2003. - 157 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20675>
4. Желтиков, А. М. Сверхкороткие импульсы и методы нелинейной оптики [Текст] / Желтиков А. М. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 295 с. - ISBN 5-9221-0693-7 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25000>
5. Крюков П.Г. Фемтосекундные импульсы. Введение в новую область лазерной физики [Электронный ресурс] / Крюков П.Г. - Москва : Физматлит, 2008. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17491>
6. Козлов, С. А. Основы фемтосекундной оптики [Текст] / Козлов С. А. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 292 с. - ISBN 978-5-9221-1140-9 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24575>

16. Материально-техническое обеспечение

При проведении занятий используются:

- аудитория со стандартным оснащением для ведения лекционных занятий (74кв.м.), оборудованная специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска);
- открытая среда разработчика программ Code Blocks 4.0, включающая компилятор C из GNU Compiler Collection

17. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс, для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий выполняются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

Обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры, коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих и слабослышащих:

все контрольные задания для аспирантов по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.